

수정 SBEACH 모델에 의한 호안 전면의 침퇴적 예측 Modified SBEACH Model for Predicting Erosion and Accretion in front of Seadike

한재명* · 김규한** · 신성원*** · Ichiro Deguchi*
Jaemyong Han*, Kyuhan Kim**, Sungwon Shin*** and Ichiro Deguchi*

요 지 : 호안은 파랑의 직접적인 영향을 차단하여 배후지역의 이용성을 극대화하기 위해 전빈의 배후면에 건설되는 해안시설물로서 대상지역의 설계파와 조석 조건 하에서 월파가 심각하지 않은 해안에 건설된다. 따라서, 호안의 위치는 주변 환경을 고려하여 가능한 한 높은 위치로 결정하는 것이 일반적이며, 호안의 천단고는 단위시간당 월파량을 허용 가능한 범위 이내로 제어할 수 있도록 계획한다. 그러나 호안 전면의 백사장은 입사 파랑에 의해 계속 변형되고 결국에는 원래 설계 초기의 경사를 유지할 수 없게 되는 경우가 많다. 이러한 호안 전면 지형의 침식과 퇴적에 의해 원래 설계시 고려되었던 천단고와 월파량은 변하게 되며 호안의 설치 깊이가 감소하여 호안의 안정성을 위협하게 된다. 본 연구에서는 2차원 수리모형 실험과 수정 SBEACH모형을 이용한 수치모델링을 통하여, 처오름 지역에 있어서의 호안 전면부의 국부적인 세굴과 호안의 설치깊이의 관계를 검토하였다. 본 연구를 통하여, 수정한 SBEACH에 호안의 위치에 대한 경계조건을 적절히 적용함으로써, 침식형 파랑 입사시 호안 기초에서의 국부세굴 산정이 가능함을 확인 할 수 있었다.

핵심용어 : 호안, 천단고, 설치깊이, 파의 처오름, 국부세굴

Abstract : Seadike is a coastal structure constructed in the rear region of the foreshore to maximize its usability by preventing direct effect of wave. The expected construction field is determined under the design wave and tidal condition where minor wave overtopping is anticipated. Thus, the location of seadike is generally fixed at the highest site of the surrounding area with seadike crest height controlling the permissible range of wave overtopping volume. But a lot of times, frontal sand beach of the seadike continuously deforms due to incident waves, resulting failure in maintaining its initial slope. The erosion and deposition of the seadike front cause changes in the crest height and volume of wave overtopping and decrease in the setting depth of the seadike, which endangers seadike region as a result. In this study, the relation of local scouring and setting depth of the seadike front in the run-up region is examined by using 2D hydraulic model tests and numerical simulations by modified SBEACH model. As a result, the study learned that if appropriate boundary condition is applied to the modified SBEACH model, it is possible to create practical estimations on the local scouring at the seadike foot when erosive waves flow into the region.

Keywords : Seadike, Crest Height, Setting Depth, Wave Run-up, Local Scour

1. 서 론

일반적으로 호안은 그 전면의 해안이 초기 설계 지형이 유지된다고 가정하는 설계파와 조석 조건하에서 월파가 심각하지 않은 해안에 건설된다. 최근에 건설된 호안의 위치는 주변 환경을 고려하여 가능한 한 높은 위치로 결정된다. 호안의 천단고는 충분히 높아서 단위시간당 월파량을 허용 가능한 양의 범위내로 줄일 수 있어야 한다.

호안의 전면에 백사장이 넓게 형성되어 있는 경우, 해변의 단면 형태는 입사파에 의해 변하는 것이 일반적이다. 호안 전면부에 상당한 양의 모래가 퇴적되어 있는 경우, 호안의 상대적인

천단고가 감소하고, 그 결과 단위시간당 월파량이 증가하여, 모래를 호안으로 운반시키기도 한다. Deguchi et al.(2010)은 매우 큰 퇴적형 파랑이 입사하는 조건에서, 호안 전면부의 퇴적에 의해 야기되는 월사 가능성에 대하여 논하였다.

반면, 침식형 파랑이 입사하는 조건에서는, 호안 전면부의 저면물질은 일반적으로 바다 쪽으로 이동하고, 이로 인해 호안의 상대적인 천단고를 증가시키고 설치 깊이가 감소하여 호안의 안정성을 위협하게 된다.

1960년대 일본에서는 많은 호안이 국부적인 세굴의 영향을 많이 받았으며, 그 중 일부는 파괴가 되기도 하였다. 그 이후 호안 전면부의 국부 세굴 메커니즘에 대한 많은 연구가 진행되

*Osaka University (Civil Engineering Department, Suita, Osaka, Japan)

**관동대학교 토목공학과 (Department of Civil Engineering, Kwadong University, 522 Naegok-dong, Gangneung, Gangwon-do, 210-701, Korea)

***관동대학교 첨단해양공간개발연구센터 (Corresponding author: Sungwon Shin, Waterfront & Coastal Research Center, Kwadong University, 522 Naegok-dong, Gangneung, Gangwon-do, 210-701, Korea, sungwshin@kd.ac.kr)

있다. 예를 들어, Sawaragi and Deguchi(1986)는 호안의 경사면을 따라 발생하는 처내림(down rush flow)은 국부세굴에 매우 중요한 요인이며 처내림 속도와 최대 세굴 깊이 사이의 관계를 유도한 바 있다. Irie et al.(1984)은 호안 전면의 중복파(standing wave)의 영향을 지적하였으며, 호안 전면의 국부 세굴을 두 종류로 분류한 바 있다. 이러한 연구들의 목적은 포말대(swash zone)의 외해 방면에 설치된 호안 전면부에서의 국부세굴을 연구한 것이다. 본 연구의 목적은 정수면(still water level)에서 육지방향으로의 처오름(run up) 지역에 설치된 호안 전면부의 국부세굴을 연구하는 것이다. 현 시점에서 처오름 지역에 있는 모래 해안의 호안 전면부에서 국부세굴을 예측할 수 있는 마땅한 방법이 없는 현실이다.

본 논문에서는 백사장에 설치된 호안 전면부에서 설치 깊이에 따른 국부세굴을 수정 SBEACH 프로그램(Larson et al., 1999)을 이용한 수치 모의와 수리 모형실험을 통하여 살펴보았다. 수리모형 실험 조건과 규칙파와 불규칙파에 의한 지형변화를 통해 표사이동의 결과를 기술하고, 수정 SBEACH를 통한 예측 방법을 소개한 후, 이를 통한 예측 결과를 수리 모형실험 결과와 비교하여 고찰하였다.

2. 수리모형실험

호안 주변의 해안 변형에 대한 SBEACH의 적용가능성을 조사하기 위하여 명지대학교에서 2차원 수리모형실험을 수행하였다. 조파 수조는 길이 40 m, 폭 0.7 m, 깊이 1.2m의 피스톤 형태의 조파기가 설치되어 있다. 1/10 기율기의 이동상 해안 모형이 수로의 끝에 설치되었고, 모래의 평균 입자 크기는 0.17 mm로 설정하였다.

Fig. 1은 본 연구에 사용된 변수를 정의하기 위한 것으로, h_c 는 정수면으로부터의 천단고, h_s 는 호안 선단에서의 높이, Z_r 는 정수면에서부터의 지형 변동이 일어나는 최대 높이이다.

호안 기초에서의 깊이의 증가량(D_b)은 호안 기초 위치를 중심으로, 호안이 없는 자연 백사장에서 발생할 수 있는 침식 깊이(Δh_n)와 호안 설치시 발생하는 국부세굴 깊이(Δh_s)의 합으로 계산한다. 호안의 설치 깊이는 반드시 D_b 보다는 깊어야 한다. X축은 평균수면에서 외해 방향을 정방향으로 하였다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 다섯 가지 케이스에 대하여 침식형 해빈 변형을 유발하기 위해 두 종류의 파랑 조건 하에서

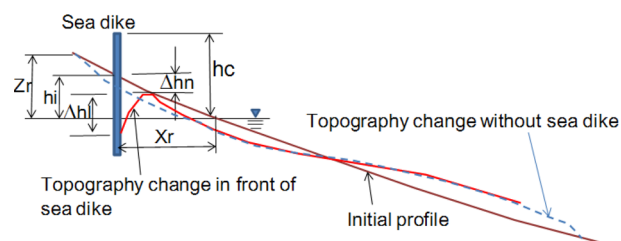


Fig. 1. Sketch of the topography change in front of the sea dike and definition of variables.

실험을 실시하였다. 한 케이스는 수조의 수평한 해저면에서의 입사파고(H) 10 cm, 주기(T) 1.0 초의 규칙파, 나머지는 불규칙파를 이용하여 실험이 진행되었다. 불규칙파의 유의파고와 유의주기는 규칙파의 파고, 주기와 동일하였으며, 이에 해당하는 심해 파고로 환산하면 약 8 cm이다.

해저면 지형(bottom profile)은 해빈의 중심선을 따라 각 케이스에서 조파 후 30분, 60분이 지난 시점에서 측정하였으며, 파고는 쇄파지역 내측과 외측의 네 지점에서 계속하였다.

Fig. 2, 3, 4는 규칙파 조건(case 1, 2, 3)에서 측정된 해저 지형 변화를 나타내었고, Fig. 5, 6에는 불규칙파(case 4, 5) 경우에 측정된 해저 지형을 보여주고 있다.

침식형 해빈 변형은 case 1과 4(Fig. 2, 5)에서 발생한다는 것을 발견하였다. 그러나, 불규칙파의 경우(Fig. 5) 파 발생

Table 1. Experimental conditions Fig. Measured topography change of natural beach by regular waves (Case 1).

Case	H (cm)	T (s)	X_r (cm)	Wave type	Z_m (cm)	Z_p (cm)
1	10.00	1.00	0.00	regular	7.53	7.78
2	10.00	1.00	20.00	regular	0.00	0.00
3	10.00	1.00	40.00	regular	0.00	0.00
4	10.00	1.00	0.00	irregular	8.22	8.20
5	10.00	1.00	20.00	irregular	0.00	0.00

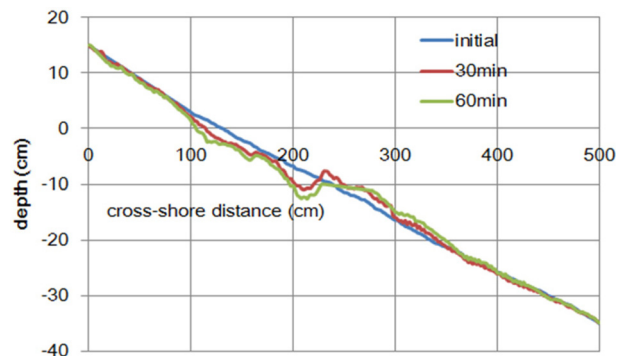


Fig. 2. Measured topography change of natural beach by regular waves (Case 1).

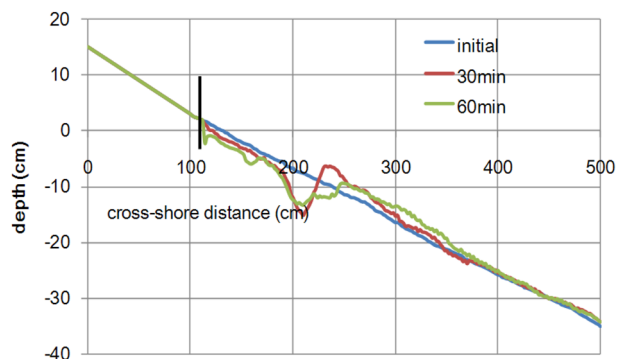


Fig. 3. Measured topography change of the beach with sea dike by regular waves (Case 2).

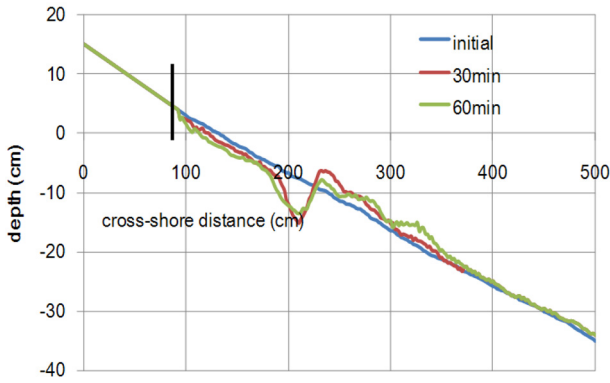


Fig. 4. Measured topography change of the beach with sea dike by regular waves (Case 3).

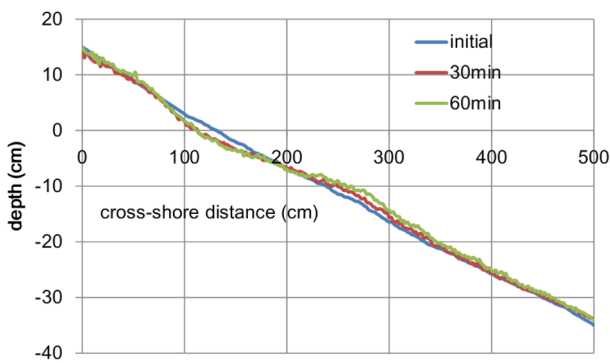


Fig. 5. Measured topography change of natural beach by irregular waves (Case 4).

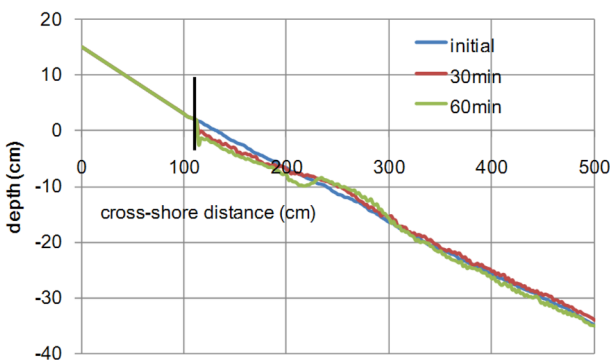


Fig. 6. Measured topography change of the beach with sea dike by irregular waves (Case 5).

0.5 시간 및 1시간 후에 측정한 해저 지형은 규칙파(Fig. 2)의 경우와 비교할 때 매우 부드러운 것을 발견하였다. 그 이유는 불규칙파의 케이스에서 쇄파점이 상대적으로 넓은 영역에서 변한다는 사실로 설명될 수 있다.

불규칙파의 경우에서의 최대 침식 깊이와 침식 면적은 규칙파의 경우에서 보다 작았다. 그 이유는 규칙파 실험에서 입사파고와 비슷한 유의파고의 불규칙파가 조파되었기 때문이다. 즉, 불규칙파 실험에서의 평균 에너지 유동량(flux)이 규칙파 실험에서의 평균에너지 플럭스보다 작았으며, 이는 불규칙파 실험에서 외해방향의 표사 이동량을 적게 하였다.

Fig. 7과 8은 규칙파 실험(case 1)과 불규칙파 실험(case 4)에서 초기 지형의 쇄파점 주위에서 측정된 파고의 종단면 분포(cross-shore distribution)를 나타낸 것이다. Fig. 7에는 수치모의를 통해 계산된 파고 분포를 나타내었으며 심해에서의 입사파고가 6, 8, 10 cm 인 경우이다. 본 실험에서는 파고가 $x = 350$ cm에서 파고 10 cm의 파랑을 발생시켰다. 이러한 파도는 심해에서 약 8 cm의 파고에 해당한다. 불규칙파 실험에서, $x = 350$ cm에서 유의파고(Hs) 10 cm의 파랑을 발생시켰다. 불규칙파의 경우에는 심해 유의파고(Hs) 11 cm에 해당함을 Fig. 8을 통하여 알 수 있다.

초기 해변에서 규칙파의 쇄파지점은 $x = 240\sim 250$ cm의 구간에 있었다. 이 지역은 표사의 퇴적이 외해방향으로 이동하여 연안 사주를 형성하기 시작하는 지점과 일치한다. 상대적으로 깊은 골(trough)이 쇄파지역의($x = 200$ cm) 해안방향으로 형성되었다.

불규칙파 실험에 있어서, 주로 $x = 220$ cm에서 300 cm 사이에서 쇄파되었고, 연안사주는 규칙파 실험에서와 같이 $x = 220$ cm 보다 깊은 지역에서 형성되었다.

호안이 설치되었을 경우(case 2, 3, 5), 국부세굴은 Fig. 3, 4, 6에서 보인 것처럼 호안 전면에서 발생한다. 비록, 골에서의 침식 깊이와 연안 사주의 퇴적 높이가 호안이 없는 자연 해안(Fig. 2, 5)과 비교할 때 다소 커졌지만, 호안이 있는 해안과 자연해안의 경우 모두 사주의 형성 위치는 거의 유사하였다.

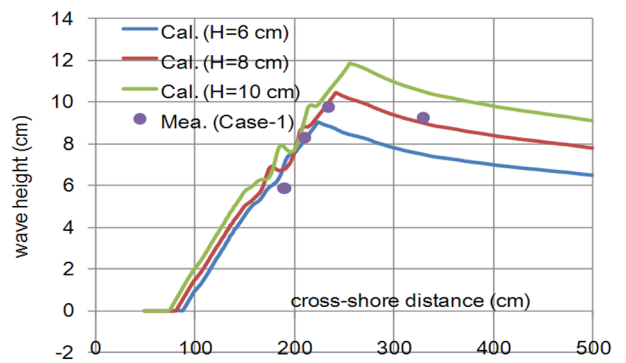


Fig. 7. Measured and calculated wave height on initial beach in regular wave experiments.

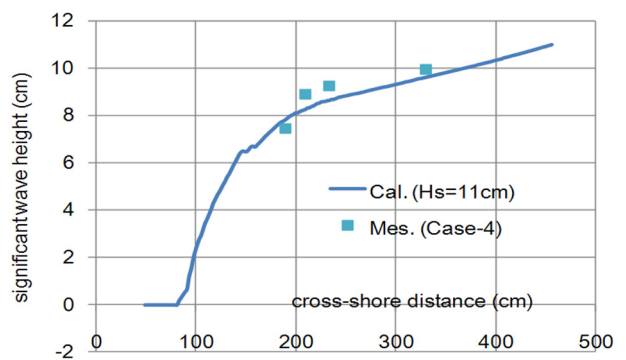


Fig. 8. Measured and calculated wave height on initial beach in irregular wave experiments.

이는 호안이 외해방향의 순 (net) 표사 이동 형태에는 미미한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

3. 수정 SBEACH 모델에 의한 호안 전면에서의 지형 변화 예측

SBEACH 모델은 원래 침식 형태에 의한 2-D 지형변화를 예측하기 위한 프로그램이었다. 이 모델에서, 심해에서 포말대 (swash zone)까지의 파랑변형은 Dally의 모델에 의해 예측되며, 해빈 종단면 방향의 표사 이동의 시간당 변화율은 Fig. 9와 같은 형태가 서로 다른 네 개의 구역에서 개발된 관계식을 이용하여 산정하였다.

네 구역은 다음과 같이 구분한다.

- 쇄파 발생 이전 지역 (Pre-breaking zone): 외해방향의 유효 표사이동 수심부터 쇄파지점까지
- 쇄파 전이 지역 (breaker transition zone): 쇄파지점에서 권파지점 (plunge point)까지
- 쇄파 지역 (broken wave zone): 권파지점에서 파랑 재형성 지점 (wave reformation point) 또는 포말대까지
- 포말대 (swash zone): 쇄파대의 외해쪽 경계에서 해안방향 처오름 한계지점까지

쇄파지역에서 해안 종단 방향으로 시간당 표사 이동량(q)은 식 (1)에서 임의의 형태의 해빈에서 단위 물 부피당 파랑 에너지 감쇠(D)와 평형상태의 해빈에서의 파랑에너지 감쇠(Deq)의 차이에 비례하는 것으로 가정하였다.

$$q = \begin{cases} K \left(D - D_{eq} + \frac{\varepsilon \partial h}{K \partial x} \right) & D > \left(D_{eq} - \frac{\varepsilon \partial h}{K \partial x} \right) \\ 0 & D \leq \left(D_{eq} - \frac{\varepsilon \partial h}{K \partial x} \right) \end{cases} \quad (1)$$

$$D = \frac{1}{h} \frac{\partial F}{\partial x} \quad \text{and} \quad D_{eq} = \frac{5}{24} \rho g^{3/2} \gamma^2 A^{3/2} \quad (2)$$

여기서, A 는 형상계수 (shape factor), x (m)는 해안 종단 방향 좌표로써 외해방향이고, q 는 해안종단방향의 단위 시간당 순

(net) 표사이동량($m^3/m\text{-sec}$), λ_i ($i = 1, 2$) 쇄파 발생 이전지역과 쇄파 전이지역에서의 공간 감쇠 계수($1/m$), K 는 표사 이동 계수($= 1.1 \times 10^{-6} m^4/N$), D 는 단위 물 부피당 파랑에너지 감쇠 ($N\text{-m}/m^3\text{/sec}$), Deq 는 단위 물 부피당 평형상태의 파랑 에너지 감쇠($N\text{-m}/m^3\text{/sec}$), F 는 파랑 에너지 유동량(flux)($\text{-m}/m\text{-s}$), χ 는 쇄파시 파고와 수심의 비, ε 은 경사와 관련된 표사 이동 계수 ($= 0.0006 m^2\text{/sec}$)이다. A 의 값은 해저면 물질, 특히 평균입자 크기와 침강속도에 큰 영향을 받는다.

쇄파 발생 이전 지역과 쇄파전이 지역에서, 해안종단방향의 순 표사이동량은 감쇠계수의 변화에 따라 지수적으로 감소하는 것으로 가정하였고, 포말대에서의 q 값은 처오름 한계에 이르기까지 선형적으로 감소되는 함수로 다음과 같이 표현하였다:

Pre-breaking region:

$$q = q_b \exp[-\lambda_1 (X - X_b)] \quad (3)$$

Breaking transition zone:

$$q = q_p \exp[-\lambda_2 (X - X_p)] \quad (4)$$

Swash zone:

$$q = q_z \left(\frac{X - X_r}{X_z - X_r} \right) \quad (5)$$

아래 첨자 b , p , z 그리고 r 는 각각 쇄파지점, 권파지점, 쇄파대의 말단부, 처오름 한계지점에서의 값을 의미한다.

파랑 변형과 관련하여, 쇄파에 의한 에너지 감쇠와 평균 수위상승을 포함한 에너지 유동에 대한 보존에 관한 계산을 SBEACH 모델에서 해결하였다 (Dally et al., (1985)). 이 모델을 근거로 본 연구의 규칙과 실험에서의 파랑 변형을 계산하였다. 불규칙파 실험 케이스에서는, 임의의 주파수 스펙트럼에 대한 파랑 변형을 모의하기 위해 에너지 평형방정식 (energy balance equation, Mase et al., 1999)에 근거를 두고 계산하였다. 본 실험에서 목표 스펙트럼은 Bretschneider-Mutsuyasu 스펙트럼을 사용하였다.

쇄파고(H_b)는 다음의 조건을 사용하여 계산하였다.

$$H_b = 0.53 H_0 (H_0/L_0)^{-0.24} \quad (6)$$

여기서, H_0 와 L_0 는 심해에서의 파고와 파장을 의미한다.

Z_r 은 식 (7)과 같이 최대 처오름 높이 계산과 같은 방법으로 산정하였다.

$$Z_r = 1.47 (\tan \beta (H_0/L_0)^{-0.5})^{0.79} \quad (7)$$

여기서 $\tan \beta$ 는 쇄파점의 외해 측 주변의 평균 해저면 기울기이다.

쇄파 전이지역의 길이($X_b - X_p$)는 쇄파 진행 (Galvin, 1969)과 유사하게 다음의 식으로 계산하였다:

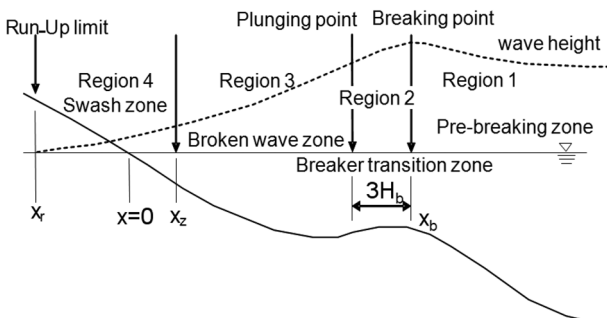


Fig. 9. Definition of SBEACH model domain.

$$X_b - X_p = (4.0 - 9.25 \tan \beta) H_b \quad (8)$$

쇄파 이전 지역과 쇄파 전이 지역에서의 공간적 감쇠계수 (spatial decay coefficient)는 다음과 같이 표현하였다:

$$\lambda_1 = 0.4(D_{50}/H_b)^{0.47} \quad (9)$$

$$\lambda_1 = 0.2\lambda_1 \quad (10)$$

해안 종단 방향의 표사 이동은 심해파고와, 주기와 해저물질 침강속도(W_s)의 곱의 비에 상수 ($M = 0.0007$)를 곱하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\frac{H_0}{L_0} - M \left(\frac{H_0}{W_s T} \right)^3 \geq 0 : \text{net onshore} \quad (11)$$

$$< 0 : \text{net offshore}$$

이러한 방정식은 다양한 가정 하에 유도 되었으며, 경험식을 포함하고 있다. 이러한 식에 포함된 실험 상수들은 현지 조사와 실험 결과를 이용하여 신중하게 조정하였다.

호안이 없을 경우, 원래의 SBEACH 프로그램의 해안 종단방향 표사 이동의 방정식은 표사 이동 연속방정식 (식 (12))을 푸는데 사용된다.

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q}{\partial x} \quad (12)$$

지형변화는 식 (12)를 차분방정식(difference equation)으로 변형한 후 2 m 간격의 격자로 계산한다. 호안이 있을 경우, Fig. 9에 나타낸 바와 같이 호안의 위치에 경계조건이 더해진다.

만약 $h_c/4$ 보다 얇은 해역에 호안이 건설된 경우, 호안으로부터의 반사파는 크지 않다. (Sawaragi et al., 1986). 따라서, 해안 방향의 시간당 순 표사이동량의 경향은 호안이 없는 자연 해안에서의 경우와 거의 같다. 이 결과에 의해 저자의 이전 논문에서 퇴적형 해빈 변형의 경우에 다음과 같은 경계 조건을 설정하였다. 즉, 호안이 위치한 지역에서, 호안 전면의 퇴적(Δh)이 $h_c - h_i$ 보다 적을 때 q 는 0이 된다. 퇴적량이 $h_c - h_i$ 보다 커지게 된 후, 모래는 호안을 넘어 육지방향으로 이동한다.

침식형 해빈 변형의 경우에는 호안의 기초(foot)에서 $q = 0$ 의 경계조건을 설정하였다. 자연적인 해안에 설치된 호안 기초에서의 국부세굴 깊이는 Fig. 10과 같은 호안이 설치되지 않은 자연적인 해안에서 외해방향의 시간당 순 표사 이동량에 비례한다는 것을 쉽게 알 수 있다.

q_n 커질 수록 국부 세굴 깊이는 더욱 깊어진다. 그러나, 세굴 구(hole)의 경사는 해저물질의 안식각(angle of repose)보다 크지 않다. q_n 값은 h/Z_r 의 값에 의존하며 외해 방향의 시간당 순 표사 이동량은 해빈 지형을 따라 위쪽으로 감소한다. 그

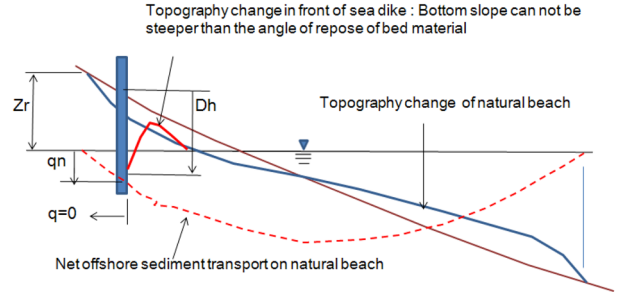


Fig. 10. Net offshore sediment transport and local scouring.

리므로, 국부세굴깊이는 h/Z_r 의 값이 증가함에 따라 같이 증가하게 된다.

4. 결과 및 토의

Fig. 11과 12는 규칙파(case 1) 및 불규칙파(case 4) 발생 60분 후 측정 및 계산된 지형 변화에 대한 수치 및 수리모형 실험 결과를 비교한 것이다. 여기서 식 7의 계수가 지형변화의 관측된 상위 한계(upward limit)를 재현하기 위하여 1.47에서 1.28로 조정되었다.

그 결과, 비록 규칙파 실험에서 발생한 $x = 200$ cm에서 깊은 골은 정확하게 계산하지 못하였으나(Fig. 11), 규칙파 실험에서의 연안 사주 형성 결과가 잘 재현되었다. Fig. 12에서, 불규

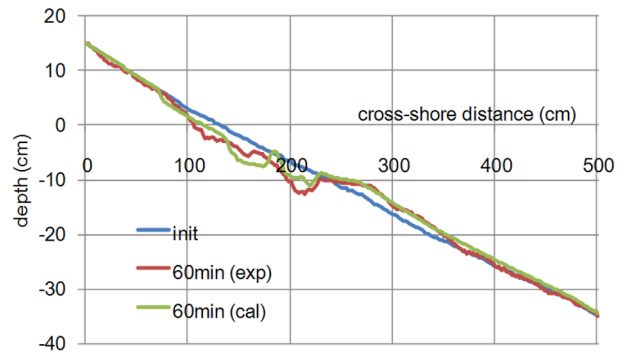


Fig. 11. Comparison of measured and calculated bottom profiles without sea dike by regular waves (Case 1).

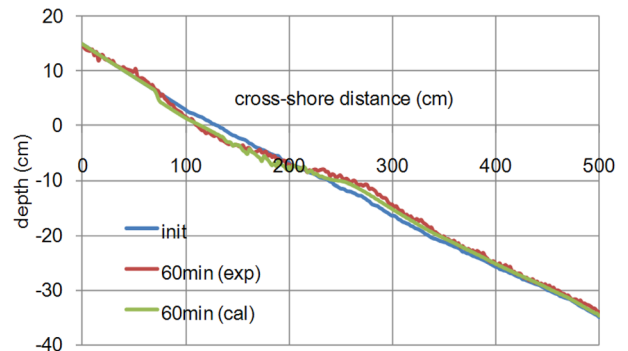


Fig. 12. Comparison of measured and calculated bottom profiles without sea dike by irregular waves (Case 4).

칙과 실험에서 관측된 전반적인 지형변화 결과는 수치 계산과 비교하여 전 구간에서 유사한 결과가 모의되었다.

Fig. 13, 14, 15에서 파랑 발생 60분 후의 호안전면의 지형변화에 대한 관측값과 계산값을 비교하였다. 계산된 모든 지형은 관측된 해저 지형과 마찬가지로 호안의 선단(toe)에서 세굴이 일어남을 명확히 보여주고 있으며, 세굴 깊이에 대한 관측치와 계산치가 case 3(Fig. 14)를 제외하고는 유사한 경향을 보여주고 있다.

Case 3의 경우, 규칙파를 적용한 수리 모형 실험 결과에서 나타난 깊은 골은 수치모델에 의해 만족스럽게 재현되지 못했다. 이는, 실제 실험에서 포말대에서의 지형변화는 단순한

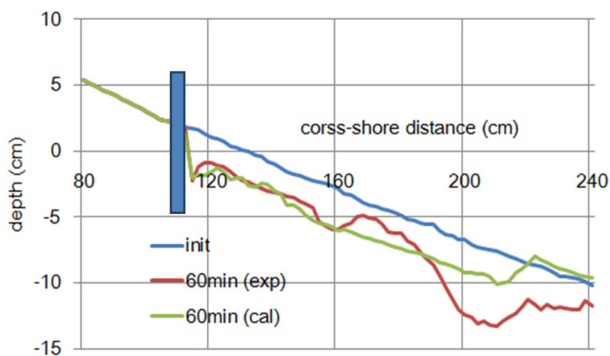


Fig. 13. Comparison of measured and calculated bottom profiles in front of sea dike by regular waves (Case 2).

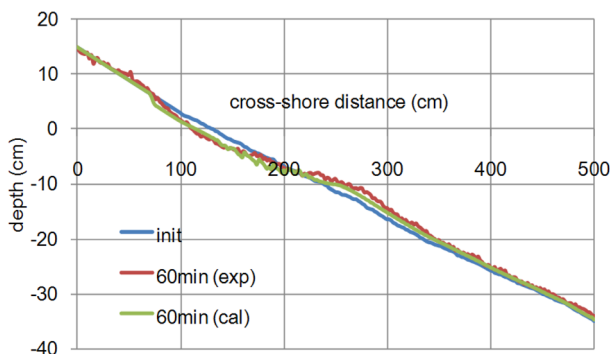


Fig. 14. Comparison of measured and calculated bottom profiles in front of sea dike by regular waves (Case 3).

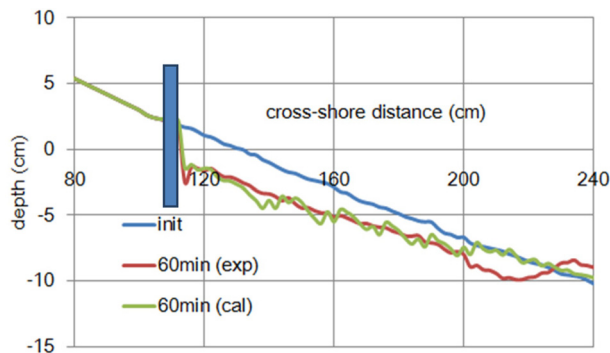


Fig. 15. Comparison of measured and calculated bottom profiles in front of sea dike by irregular waves (Case 5).

2차원적 변화가 아니기 때문에 수치모델에서 적용된 2차원 운동에 의한 지형변화에서 나타나는 결과와는 다소 다르다.

5. 결 론

사빈 해안의 처오름 지역에 건설되는 호안전면의 국부세굴을 호안 설치 깊이와 관련하여 SBEACH에 기초한 수치계산과 2차원 단면 수리모형 실험을 통하여 검토하였다. 침식형 파랑의 입사시 호안 기초에서의 국부세굴 깊이는 수정 SBEACH 모델을 이용하여 호안 위치에 따른 적절한 경계조건을 적용함으로써 산정할 수 있다. 원형 SBEACH 모델에서의 Z_R 값을 감소시키고, 호안 기초에서의 경계조건을 더하였으며, 파랑변형은 Mase et al.(1999)에 의한 에너지 평형 방정식을 사용함으로써 모델을 수정하여 계산에 이용하였다.

호안이 없는 해안의 경우 규칙파와 불규칙파에 의한 연안사주의 형성이 정성적으로 만족스럽게 예측되었다.

호안을 X_r 이 20 m인 위치에 설치한 경우, 규칙파와 불규칙파의 케이스 모두에서 호안 전면의 국부세굴이 잘 재현되었다.

호안의 위치가, Z_r 의 위치에 가까운 곳에 해당하는 X_r 이 40 m에 해당하는 지역에 설치하고, 규칙파를 60분간 조파한 결과에서는 수정 SBEACH를 이용한 호안 전면의 국부세굴이 실험결과와 비교하여 과대하게 예측되었다. 이는 포말대 끝부분으로 갈수록 파랑의 2차원 운동 뿐 아니라 3차원 운동이 실험에서 존재하는 영향으로 보여진다.

전체적으로, 수정 SBEACH에 의해 계산된 최대 국부세굴 깊이는 관측치보다 작지 않았다. 따라서 호안 설치 깊이는 호안이 안정성을 보장하기 위한 현재의 수치 모델에 의해 계산된 국부세굴 깊이보다 깊게 설계되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부의 지원으로 수행한 해양에너지 전문인력 양성사업 및 지식경제부 지역혁신센터사업(첨단해양공간개발연구센터)의 연구결과입니다.

참고문헌

- Dally, W.R., Dean, R.G. and Dalrymple, R.A. (1985). Wave Height Variation Across Beaches of Arbitrary Profile. *Journal of Geophysical Research*, 90(6), 11917-11927.
- Deguchi, I., Arita, M., Han, J.M., Kim, K.H. and Yoon, S.J. (2010). Sand overtopping from sea dike on sandy beach. *Proc. ISOPE2010*, 3(1), 43-50.
- Galvin, C.J. (1969). Breaker Travel and Choice of Design Wave Height. *Journal of Waterways and Harbors Division, American Society of Civil Engineers*, 95(2), 175-200.
- Irie I., Nadaoka, K., Kondo, T. and Terasaki, K. (1984). Two Dimensional Seabed Scour in front of Breakwaters by Standing Waves.

- Report of the Port and Harbour Research Institute, 23(1), 3-52 (in Japanese).
- Larson, M., Kraus, N.C. and Byrnes, M.R. (1999). SBEACH: Numerical Model For Simulating Storm-Induced Beach change, Report 2 Numerical Formulation and Model Tests, Technical Report. CERC-89-9, 116.
- Mase, H., Takayama, T., Kunitomi, S. and Mishima, T. (1999). Multi-directional spectral wave transformation model including diffraction effect. Journal of Hydraulic, Coastal and Environmental Engineering, JSCE, 628(II-48), 177-187 (in Japanese)
- Sawaragi, T., Deguchi, I. and Hong, G.P. (1986). Effect of rubble mound foundation of composite type breakwater on reduction of reflection. Proc. 5th Congress of APD, IAHR, 361-397
-
- 원고접수일: 2011년 12월 7일
수정본채택: 2011년 12월 22일
게재확정일: 2011년 12월 26일